

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月10日
Date of Application:

出願番号 特願2003-004240
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2003-004240]

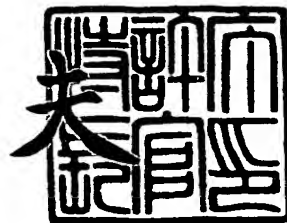
願人 豊田合成株式会社
Applicant(s): 株式会社槌屋

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2004年 1月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3108437

【書類名】 特許願

【整理番号】 03P00230

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合成株式会社内

【氏名】 加藤 英昭

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合成株式会社内

【氏名】 末広 好伸

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合成株式会社内

【氏名】 井上 光宏

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市中区上前津二丁目 9 番 2 9 号 株式会社 槌屋内

【氏名】 林 宏明

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市中区上前津二丁目 9 番 2 9 号 株式会社 槌屋内

【氏名】 田橋 和義

【特許出願人】

【識別番号】 000241463

【氏名又は名称】 豊田合成株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000150774

【氏名又は名称】 株式会社榎屋

【代理人】

【識別番号】 100095577

【弁理士】

【氏名又は名称】 小西 富雅

【選任した代理人】

【識別番号】 100100424

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 知公

【選任した代理人】

【識別番号】 100114362

【弁理士】

【氏名又は名称】 萩野 幹治

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2003- 4240

【出願日】 平成15年 1月10日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 045908

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0115878

【包括委任状番号】 0310226

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光デバイス

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発光素子と、該発光素子をマウント部材へ固定する接着層と、を備えてなる発光デバイスにおいて、

前記接着層は無機材料粒子と透光性無機系連結層とからなり、該無機材料粒子が実質的に連続するように充填されている、ことを特徴とする発光デバイス。

【請求項 2】 前記無機材料粒子はダイヤモンド粒子である、ことを特徴とする請求項 1 に記載の発光デバイス。

【請求項 3】 前記透光性無機系連結層は前記無機材料粒子を被覆しており、該透光性無機系連結層の膜厚は前記無機材料粒子の平均粒径以下である、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の発光デバイス。

【請求項 4】 前記発光素子はフリップチップタイプであり、該発光素子の電極面と前記マウント部材との間の空間が前記接着層で充填されている、ことを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の発光デバイス。

【請求項 5】 前記透光性無機系連結層は化学式 $M^l + (OR^1)_m R^2$ $1 - m$ (式中 M は Si、Al、Zn、Ti のいずれか 1 種類を含む元素、 R^1 は炭素数 1～5 の炭化水素基、アルコキシアルキル基またはアシル基、 R^2 はビニル、アミノ、イミノ、エポキシ、アクリロイルオキシ、メタクリロイルオキシ、フェニル、メルカプト及びアルキル基から選ばれる少なくとも一種類を含む有機基、 l は M の価数で、 l 及び m は整数を表す) で表されるアルコキシド化合物の加水分解物及び加水分解・縮重合物の混合物を加熱処理したものからなる、ことを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の発光デバイス。

【請求項 6】 発光素子用の接着層であって、ダイヤモンド粒子と透光性無機系連結層とからなり、前記ダイヤモンド粒子が実質的に連続するように充填されている、ことを特徴とする接着層。

【請求項 7】 無機系被膜形成液と無機材料粒子とを混合して接着層前駆材料を作成し、

発光素子と該発光素子のマウント部材との間に前記接着層前駆材料を介在させ

て熱処理する、ことを特徴とする発光デバイス用の接着層の製造方法。

【請求項 8】 前記熱処理温度は 500℃以下である、ことを特徴とする請求項 7 に記載の接着層の製造方法。

【請求項 9】 無機系被膜形成液は化学式 $M^1 + (OR^1)_m R^2_{1-m}$ (式中 M は Si、Al、Zn、Ti のいずれか 1 種類を含む元素、 R^1 は炭素数 1 ～ 5 の炭化水素基、アルコキシアルキル基またはアシル基、 R^2 はビニル、アミノ、イミノ、エポキシ、アクリロイルオキシ、メタクリロイルオキシ、フェニル、メルカプト及びアルキル基から選ばれる少なくとも一種類を含む有機基、 l は M の価数で、 l 及び m は整数を表す) で表されるアルコキシド化合物の加水分解物及び加水分解・縮重合物の混合物からなる、ことを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の接着層の製造方法。

【請求項 10】 発光素子と、該発光素子をマウント部材へ固定する接着層と、を備えてなる発光デバイスにおいて、

前記接着層は無機系被膜形成液とダイヤモンド粒子とを混合して得た接着層前駆材料を熱処理して得られたものである、ことを特徴とする発光デバイス。

【請求項 11】 前記無機材料粒子は蛍光体粒子である、ことを特徴とする請求項 1 に記載の発光デバイス。

【請求項 12】 前記透光性無機系連結層は前記蛍光体粒子を被覆しており、該透光性無機系連結層の膜厚は前記蛍光体粒子の平均粒径以下である、ことを特徴とする請求項 11 に記載の発光デバイス。

【請求項 13】 前記発光素子はフリップチップタイプであり、該発光素子の電極面と前記マウント部材との間の空間が前記接着層で充填されている、ことを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の発光デバイス。

【請求項 14】 前記透光性無機系連結層は化学式 $M^1 + (OR^1)_m R^2_{1-m}$ (式中 M は Si、Al、Zn、Ti のいずれか 1 種類を含む元素、 R^1 は炭素数 1 ～ 5 の炭化水素基、アルコキシアルキル基またはアシル基、 R^2 はビニル、アミノ、イミノ、エポキシ、アクリロイルオキシ、メタクリロイルオキシ、フェニル、メルカプト及びアルキル基から選ばれる少なくとも一種類を含む有機基、 l は M の価数で、 l 及び m は整数を表す) で表されるアルコキシド化合物の加

水分解物及び加水分解・縮重合物の混合物を加熱処理したものからなる、ことを特徴とする請求項 11～13 のいずれかに記載の発光デバイス。

【請求項 15】 前記無機材料粒子は蛍光体粒子である、ことを特徴とする請求項 7 に記載の接着層の製造方法。

【請求項 16】 無機系被膜形成液と蛍光体粒子とを混合して前駆材料を作成し、

該前駆材料により光軸方向に開口した蛍光体枠をモールド成形し、

該蛍光体枠内に発光素子が固定される、ことを特徴とする発光デバイスの製造方法。

【請求項 17】 光軸方向に開口した蛍光体枠と該蛍光体枠内に固定される発光素子とを備え、前記蛍光体枠は蛍光体粒子と透光性無機系連結層とからなり、該蛍光体粒子が実質的に連続するように充填されている、ことを特徴とする発光デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は発光デバイスに関する。更に詳しくは、発光素子をマウント部材へ固定するための接着層の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、発光素子をそのマウント部材であるリードフレームへ固定するため樹脂製の接着剤が用いられてきた。発光素子から放出される光にはリードフレームへ向かう成分もあるので、この光をリードフレームで反射させるため、この接着剤にエポキシ等の透光性樹脂を用いることがある。

透光性樹脂を接着剤として使用した場合、耐熱性の点に課題があった。樹脂製の接着剤は放熱性に劣るので、素子で発生した熱をリードフレームへ十分に逃がすことができない。また、樹脂製の接着層を有する発光デバイスは半田リフロー炉などで高熱処理することも不可能であった。

【0003】

そこで、低融点ガラスを接着剤に使用することが特許文献 1 等に記載されている。この特許文献 1 によれば、熱伝導率のよい絶縁性のフィラーを接着剤に混入し、発光素子からの放熱性を向上させる技術も記載されている。

この発明の関連技術が特許文献 2 に記載されている。

【0004】

【特許文献 1】

特開平 07-086640 号公報、段落 16 及び段落 21

【特許文献 2】

特開 2001-214093 号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来技術に記載の接着剤によれば、樹脂製接着剤に比べて耐熱性や放熱性の向上が期待できる。しかしながら、発光素子の出力は益々増大の傾向にあり、当該接着剤にはより高い耐熱性や放熱性が要求されつつある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

この発明は上記課題を解決するものであり、次の構成を採用する。即ち、
発光素子と、該発光素子をマウント部材へ固定する接着層と、を備えてなる発光デバイスにおいて、

前記接着層は無機材料粒子と透光性無機系連結層とからなり、該無機材料粒子が実質的に連続するように充填されている、ことを特徴とする発光デバイス。

このように構成された発光デバイスによれば、接着層における無機材料粒子の占める割合を最大にすることができる。ここに無機材料をダイヤモンド等の熱伝導率の高い材料とすれば、接着層に大きな熱伝導率を付与することができる。

かかる発光デバイスはその構成要素の全部を無機系の材料で形成することが可能になるので、発光デバイスを半田リフロー炉等の熱処理工程にのせることが可能となる。

【0007】

以下、この発明の各要素について詳細に説明する。

(発光素子)

発光素子には発光ダイオード、レーザダイオードその他の発光素子が含まれる。発光素子の受発光波長も特に限定されるものではなく、紫外光～緑色系光に有効なIII族窒化物系化合物半導体素子や赤色系光に有効なGaAs系半導体素子を用いることができる。

実施例で用いる紫外線を放出するものはIII族窒化物系化合物半導体発光素子である。ここに、III族窒化物系化合物半導体は、一般式として $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ ($0 < x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$) で表される。 AlN を含むものはこのうち、 AlN のいわゆる2元系、 $Al_xGa_{1-x}N$ 及び $Al_xIn_{1-x}N$ (以上において $0 < x < 1$) のいわゆる3元系を包含する。III族窒化物系化合物半導体及びGaNにおいて、III族元素の少なくとも一部をボロン(B)、タリウム(Tl)等で置換しても良く、また、窒素(N)の少なくとも一部もリン(P)、ヒ素(As)、アンチモン(Sb)、ビスマス(Bi)等で置換できる。

また、III族窒化物系化合物半導体は任意のドーパントを含むものであっても良い。n型不純物として、シリコン(Si)、ゲルマニウム(Ge)、セレン(Se)、テルル(Te)、カーボン(C)等を用いることができる。p型不純物として、マグネシウム(Mg)、亜鉛(Zn)、ベリリウム(Be)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)、バリウム(Ba)等を用いることができる。なお、p型不純物をドーピングした後にIII族窒化物系化合物半導体を電子線照射、プラズマ照射若しくは炉による加熱にさらすことができるが必須ではない。

III族窒化物系化合物半導体層はMOCVD(有機金属気相成長)法により形成される。素子を構成する全ての半導体層を当該MOCVD法で形成する必要はなく、分子線結晶成長法(MBE法)、ハライド系気相成長法(HVPE法)、スパッタ法、イオンプレーティング法等を併用することが可能である。

【0008】

発光素子の構成としては、MIS接合、PIN接合やpn接合を有したホモ構造、ヘテロ構造若しくはダブルヘテロ構造のものを用いることができる。発光層として量子井戸構造(単一量子井戸構造若しくは多重量子井戸構造)を採用する

こともできる。かかるIII族窒化物系化合物半導体発光素子として、主たる光受発光方向（電極面）を光デバイスの光軸方向にしたフェイスアップタイプや主たる光受発光方向を光軸方向と反対方向にして反射光を利用するフリップチップタイプを用いることができる。

【0009】

（無機材料粒子）

無機材料粒子は熱伝導率の高いものであれば特に限定されるものではなく、ダイヤモンド、窒化アルミ、アルミナ、シリカ、酸化マグネシウム、酸化チタン等の粉末材料を好ましく使用することができる。中でも、熱伝導率の最も高いダイヤモンドを好適に使用することができる。

無機材料粒子の粒子形状は特に限定されるものではない。また、粒径も特に限定されるものではないが、数100nm～数10 μ mとすることが好ましい。

無機材料粒子として複数種類のものを併用することができる。

【0010】

（透光性無機系連結層）

透光性無機系連結層は無機材料粒子を相互に結合させる無機系の材料からなる。従来技術では無機材料粒子、即ち無機フィラーの分散媒として透光性樹脂や低融点ガラスが用いられていたが、この発明の透光性無機系連結層は分散媒として無機材料粒子を分散させるものではない。透光性無機系連結層が接着層に占める体積は無機材料粒子に比べて極端に小さいからである。図1に示すように、無機材料粒子1の平均粒径が数 μ mであるのに対し、この無機材料粒子1を被覆する透光性無機系連結層3の膜厚は数nmである。換言すれば、当該数nmの極薄い連結層3を介してその約1000倍もの大きさの無機材料粒子1が連結されている。

透光性無機系連結層3の膜厚は無機材料粒子1の平均粒径以下とすることが好ましい。

【0011】

このように薄い透光性無機系連結層3は無機材料粒子の間を充填することができない。従って、無機材料粒子1の間に空間5が形成され、この発明の接着層は

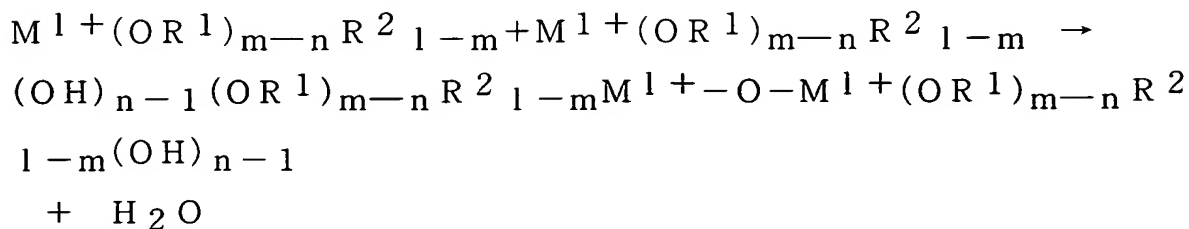
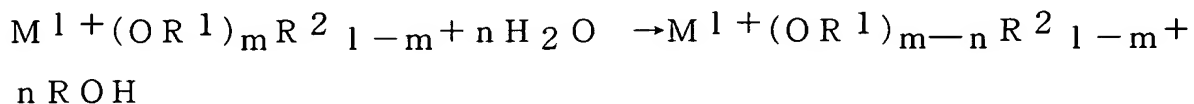
ポーラスとなる。このように接着層がポーラスになると、一般的には熱の伝導性の低下が予想されるが、この透光性無機系連結層は、非常に薄く、実質無機材料粒子同士が連結されるため、熱伝導性が良くなる。

【0012】

かかる透光性無機系連結層は無機系被膜形成液から形成することができる。この無機系被膜形成液は、例えば半導体基板の保護被膜を形成するものを用いることができる。この無機系被膜形成液は半導体基板の上に塗布され、乾燥後焼成することによって薄膜（保護膜）となり当該半導体基板に密着する。かかる無機系被膜形成液は、粘度が小さく無機材料粒子と均等に混合して無機材料粒子の周囲に薄い膜を形成し、もってこれらを相互に連結し、更にマウント部材の材料と発光素子に対して強固に接着するものであれば特に限定されるものではない。例えば化学式 $M^1 + (OR^1)_m R^2_{1-m}$ （式中MはSi、Al、Zn、Tiのいずれか1種類を含む元素、 R^1 は炭素数1～5の炭化水素基、アルコキシアルキル基またはアシル基、 R^2 はビニル、アミノ、イミノ、エポキシ、アクリロイルオキシ、メタクリロイルオキシ、フェニル、メルカプト及びアルキル基から選ばれる少なくとも一種類を含む有機基、 l はMの価数で、 l 及び m は整数を表す）で表されるアルコキシド化合物の加水分解物及び加水分解・縮重合物の混合物からなる無機系被膜形成液を用いることができる。ここにMはSi、Al、Zr、Ti等の元素を用いることができる。

【0013】

一般式 $M^1 + (OR^1)_m R^2_{1-m}$ で表されるアルコキシド化合物の加水分解・縮重合は次のようにして行われる。



【0014】

この発明で用いる無機系被膜形成液は上記アルコキシド化合物の加水分解・縮重合物の混合物であり、水と同程度の流動性を有する。

上記において金属元素MがSiのときには、次に示されるシラン化合物を用いることができる。ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリアセトキシシラン、 γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、 γ -グリシドキシプロピルトリエトキシシラン、 β -(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン、 γ -(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリエトキシシラン、 γ -(メタ)アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、フェニルトリメトキシシラン、フェニルトリアセトキシシラン、 γ -メルカプトプロピルトリメトキシシラン、 γ -クロロプロピルトリメトキシシラン、 β -シアノエチルトリエトキシシラン、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、メチルトリプロポキシシラン、メチルトリブトキシシラン、エチルトリメトキシシラン、エチルトリエトキシシラン、テトラメトキシシラン、テトラエトキシシラン、テトラプロポキシシラン、テトラブトキシシランなどである。

【0015】

無機系被膜形成液として上記の他に、ポリイミドシロキサンなど特許文献2に記載の被膜形成液を用いることも可能と考えられる（特開平11-110754号公報、特開9-183948号公報参照）。

上記各種無機系被膜形成液として2種以上を併用することもできる。

【0016】

かかる無機系被膜形成液と無機材料粒子とを混合して接着層前駆材料を得る。この接着層前駆材料はゾル状であって流動性が高い。従って、発光素子をマウントするときこの接着層前駆材料を発光素子の側面、更には表面まで盛り上げることができる。かかる接着層前駆材料を硬化して接着層としたとき、この熱伝導率の高い接着層が発光素子に対して広い面積で接触している。よって、発光素子の放熱が良好になる。

【0017】

発光素子がフリップチップタイプするとき、その電極が例えばサブマウント等の

マウント部材へバンプにより接続される。かかる組み付け構造において、発光素子の電極面とマウント部材との間に空間ができるが、この発明の接着層前駆材料は当該空間まで回り込み、これを充填することができる。これにより、放熱性が向上することはもとより、バンプ接続の接着力補強並びに電極面における絶縁性確保も行える。

勿論、この接着層前駆材料の流動性は無機系被覆形成液と無機材料粒子の混合比を調整することあるいは増粘材等の助剤を加えることにより、適宜調整が可能である。

【0018】

この無機系被膜形成液は比較的低温で硬化し無機材料粒子を固定し、かつ発光素子をマウント部材へ接着させる。実施例のシラン化合物の場合は200℃程度で硬化する。更には、500℃程度の熱処理により有機成分の多くが解離することとなる。なお、500℃を越えて加熱をするとボンディングワイヤやその接続部位に負担がかかる。したがって、無機系被膜形成液の加熱温度は500℃以下とすることが好ましい。

【0019】

この発明の他の局面によれば、無機材料粒子として蛍光体粒子を用いる。接着層において無機材料からなる蛍光体粒子が実質的に連続するように充填することにより、良好な熱伝導率を確保できることはもとより、接着層中において蛍光体粒子が均一かつ密に充填された状態となり単位体積当たりの蛍光体量が最大となる。よって、薄い接着層からも十分な蛍光を取り出すことが可能となり、発光素子からの光を高い効率で波長変換できるとともに、蛍光の波長スペクトルも安定して色むら等の発生を未然に防止できる。

【0020】

蛍光体粒子には青色系の発光素子とYAG蛍光体との組合せなど、発光デバイスで汎用的に用いられているものをそのまま使用することができる。

例えば、無機系蛍光体として、以下のものを採用することができる。例えば、赤色系の発光色を有する $6\text{MgO} \cdot \text{As}_2\text{O}_5 : \text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{Y}(\text{PV})\text{O}_4 : \text{Eu}$ 、 $\text{CaLa}_{0.1}\text{Eu}_{0.9}\text{Ga}_3\text{O}_7$ 、 $\text{BaY}_{0.9}\text{Sm}_{0.1}\text{Ga}_3\text{O}_7$

、 $\text{Ca}(\text{Y}_{0.5}\text{Eu}_{0.5})(\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5})_3\text{O}_7$ 、 $\text{Y}_3\text{O}_3:\text{Eu}$ 、 $\text{YVO}_4:\text{Eu}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_2:\text{Eu}$ 、 $3.5\text{MgO} \cdot 0.5\text{MgF}_2\text{GeO}_2:\text{Mn}^{4+}$ 、及び $(\text{Y} \cdot \text{Cd})\text{BO}_2:\text{Eu}$ 等、青色系の発光色を有する $(\text{Ba}, \text{Ca}, \text{Mg})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $(\text{Ba}, \text{Mg})_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Ba}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $(\text{Sr}, \text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$ 、 $(\text{Sr}, \text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 \cdot n\text{B}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$ 、 $(\text{Sr}, \text{Ba}, \text{Ca})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7:\text{Eu}$ 、 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ 、 $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba})_3(\text{PO}_4)_6\text{Cl}:\text{Eu}$ 、 $\text{SrO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{B}_2\text{O}_5:\text{Eu}$ 、 $(\text{BaCa})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ 、 $\text{SrLa}_{0.95}\text{Tm}_{0.05}\text{Ga}_3\text{O}_7$ 、 $\text{ZnS}:\text{Ag}$ 、 GaWO_4 、 $\text{Y}_2\text{SiO}_6:\text{Ce}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Ag}$ 、 Ga, Cl 、 $\text{Ca}_2\text{B}_4\text{OCl}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{BaMgAl}_4\text{O}_3:\text{Eu}^{2+}$ 、及び一般式 $(\text{Ml}, \text{Eu})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2$ (Ml は、 Mg 、 Ca 、 Sr 、及び Ba からなる群から選択される少なくとも1種の元素)で表される蛍光体等、緑色系の発光色を有する $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$ (YAG)、 $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}^{3+}$ 、 Tb^{3+} 、 $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{SrCl}_2:\text{Eu}$ 、 $\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}^{2+}$ 、 Mn^{2+} 、 $\text{ZnSiO}_4:\text{Mn}$ 、 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ 、 $\text{LaPO}_4:\text{Tb}$ 、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$ 、 $\text{SrLa}_{0.2}\text{Tb}_{0.8}\text{Ga}_3\text{O}_7$ 、 $\text{CaY}_{0.9}\text{Pr}_{0.1}\text{Ga}_3\text{O}_7$ 、 $\text{ZnGd}_{0.8}\text{Ho}_{0.2}\text{Ga}_3\text{O}_7$ 、 $\text{SrLa}_{0.6}\text{Tb}_{0.4}\text{Al}_3\text{O}_7$ 、 $\text{ZnS}:\text{Cu}$ 、 Al 、 $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Cu}$ 、 Al 、 $\text{ZnS}:\text{Cu}$ 、 Au 、 Al 、 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ 、 $\text{ZnSiO}_4:\text{Mn}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Ag}$ 、 Cu 、 $(\text{Zn} \cdot \text{Cd})\text{S}:\text{Cu}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Cu}$ 、 $\text{GdOS}:\text{Tb}$ 、 $\text{LaOS}:\text{Tb}$ 、 $\text{YSiO}_4:\text{Ce} \cdot \text{Tb}$ 、 $\text{ZnGeO}_4:\text{Mn}$ 、 $\text{GeMgAlO}:\text{Tb}$ 、 $\text{SrGaS}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Cu} \cdot \text{Co}$ 、 $\text{MgO} \cdot n\text{B}_2\text{O}_3:\text{Ge}$ 、 Tb 、 $\text{LaOBr}:\text{Tb}$ 、 Tm 、及び $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}$ 等を用いることができる。また、白色系の発光色を有する $\text{YVO}_4:\text{Dy}$ 、黄色系の発光色を有する $\text{CaLu}_{0.5}\text{Dy}_{0.5}\text{Ga}_3\text{O}_7$ を用いることもできる。

【0021】

発光素子からの光の波長が400nm以下の所謂紫外線であった場合、例えば、 $\text{ZnS}:\text{Cu}$, Al 、 $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Cu}$, Al 、 $\text{ZnS}:\text{Cu}$, Au , Al 、 $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Tb}$ 、 $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Cu}$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}$ 、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 、 $(\text{Zn}, \text{Cd})\text{S}:\text{Ag}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Ag}$, Cu , Ga , Cl 、 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Tb}$ 、 $\text{Y}_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Tb}$ 、 $\text{Zn}_2\text{SiO}_4:\text{Mn}$ 、 $\text{LaPO}_4:\text{Ce}$, Tb 、 $\text{Y}_2\text{O}_3\text{S}:\text{Eu}$ 、 $\text{YVO}_4:\text{Eu}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Mn}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Ag}$ 、 $\text{ZnS}:\text{Ag}$, Al 、 $(\text{Sr}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Mg})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}$ 、 $\text{Sr}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}$ 、 $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Eu})(\text{Mg}, \text{Mn})\text{Al}_{10}\text{O}_{17}$ 、 $(\text{Ba}, \text{Eu})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}$ 、 $\text{ZnO}:\text{Zn}$ 、 $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$ のいずれか又はこれらの中から選ばれる二以上の蛍光体を組み合わせて用いることができる。

【0022】

異なる種類の蛍光体を二以上組み合わせて用いることもできる。

第2の蛍光体は発光素子からの光を吸収して第3の波長光を放出するばかりでなく、第1の蛍光体から放出された蛍光を吸収して第3の波長光を放出するタイプでもよい。

蛍光体に光拡散材を併用することもできる。これにより発光ムラの減少を図ることもできる。

【0023】

【実施例】

次に、この発明の実施例について説明する。

(第1実施例)

この実施例では光学素子として図2に示すフェイスアップタイプのIII族窒化物系化合物半導体発光素子10を用いた。この発光素子は青色系光を放出する。

発光素子10の各層のスペックは次の通りである。

層	: 組成
p型層15	: $\text{p-GaN}:\text{Mg}$
発光する層を含む層14	: InGaN 層を含む

n 型層 13 : n-GaN:Si
バッファ層 12 : AlN
基板 11 : サファイア

なお、発光する層を含む層のIII族元素の組成比を調整することにより発光素子の発光波長を調整可能である。また、透光性電極 16 及び p 電極 17 の代わりに p 型層 15 の上面を被覆する厚膜な p 型電極を採用するフリップチップタイプの発光素子を用いることもできる。

【0024】

基板 11 の上にはバッファ層 12 を介して n 型不純物として Si をドープした GaN からなる n 型層 13 を形成する。ここで、基板 11 にはサファイアを用いたがこれに限定されることはなく、サファイア、スピネル、炭化シリコン、酸化亜鉛、酸化マグネシウム、酸化マンガン、ジルコニウムボライド、III 族窒化物系化合物半導体単結晶等を用いることができる。さらにバッファ層は AlN を用いて MOCVD 法で形成されるがこれに限定されることはなく、材料としては GaN、InN、AlGaN、InGaN 及び AlInGaN 等を用いることができ、製法としては分子線結晶成長法 (MBE 法)、ハライド系気相成長法 (HVPE 法)、スパッタ法、イオンプレーティング法等を用いることができる。III 族窒化物系化合物半導体を基板として用いた場合は、当該バッファ層を省略することができる。

さらに基板とバッファ層は半導体素子形成後に、必要に応じて、除去することもできる。

ここで n 型層 13 は GaN で形成したが、AlGaN、InGaN 若しくは AlInGaN を用いることができる。

また、n 型層 13 は n 型不純物として Si をドープしたが、このほかに n 型不純物として、Ge、Se、Te、C 等を用いることもできる。

発光する層を含む層 14 は量子井戸構造 (多重量子井戸構造、若しくは単一量子井戸構造) を含んでいてもよく、また発光素子の構造としてはシングルヘテロ型、ダブルヘテロ型及びホモ接合型のものなどでもよい。

【0025】

発光する層を含む層 14 は p 型層 15 の側に Mg 等をドーピングしたバンドギャップの広い III 族窒化物系化合物半導体層を含むこともできる。これは発光する層を含む層 14 中に注入された電子が p 型層 15 に拡散するのを効果的に防止するためである。

発光する層を含む層 14 の上に p 型不純物として Mg をドーピングした GaN からなる p 型層 15 を形成する。この p 型層 15 は AlGa_N、InGa_N 又は InAlGa_N とすることもできる、また、p 型不純物としては Zn、Be、Ca、Sr、Ba を用いることもできる。p 型不純物の導入後に、電子線照射、炉による加熱、プラズマ照射等の周知の方法により低抵抗化することも可能である。

上記構成の発光素子において、各 III 族窒化物系化合物半導体層は一般的な条件で MOCVD を実行して形成するか、分子線結晶成長法 (MBE 法)、ハライド系気相成長法 (HVPE 法)、スパッタ法、イオンプレーティング法等の方法で形成することもできる。

【0026】

n 電極 18 は Al と V の 2 層で構成され、p 型層 15 を形成した後に p 型層 15、発光する層を含む層 14、及び n 型層 13 の一部をエッチングにより除去することにより表出した n 型層 13 上に蒸着で形成される。

透光性電極 16 は金を含む薄膜であって、p 型層 15 の上に積層される。p 電極 17 も金を含む材料で構成されており、蒸着により透光性電極 16 の上に形成される。以上の工程により各層及び各電極を形成した後、各チップの分離工程を行う。

【0027】

接着層前駆材料は次のようにして調製した。

まず、200 ml ビーカーに γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン 70.71 g と水 32.32 g とイソプロピルセロソルブ 54.97 g を取り室温で 1 時間攪拌して、無機系被膜形成液を得る。

この無機系被膜形成液にダイヤモンド粒子 (平均粒子径 3 μ m) 61.0 g をボールミルポットに入れて分散し接着層前駆材料とする。

【0028】

この接着層前駆材料を 400℃で 10 分焼成したとき、無機系被膜形成液が硬化して薄い透光性無機系連結層となりダイヤモンド粒子を被覆する。これによりダイヤモンド粒子は相互に連結固定される。

【0029】

図 3 に実施例の発光デバイス 30 の例を示す。この例では、発光素子 10 の基板面がマウントリード 31 のカップ部 32 の底面へ固定される。マウントリード 31、サブリード 33 は砲弾型の封止部材 37 で封止されている。

【0030】

上記において、発光素子 10 をカップ部 32 へ固定するのに、先ず両者の間に接着層前駆材料を介在させる。その後、400℃、1.0 分の熱処理を行うと、接着剤前駆材料が接着層 39 となって、発光素子 10 をカップ部 32 へ強固に固定する（図 4 参照）。

接着層 39 において、各ダイヤモンド粒子はほとんど連続した状態にある（図 1 参照）。従って、この接着層 39 は放熱性に優れたものとなる。

【0031】

図 5 の例では、接着層 40 が発光素子 10 の側面まで回り込んでいる。この発明の接着層 40 は熱伝導性が高いので、発光素子 10 に対する接触面積が増大するほど、発光素子から多くの熱を外部へ逃がすことができる。発光素子 10 では特に発光層において発熱が生じるので、この接着層 40 を発光層の領域まで伸ばすことが好ましい。

図 6 の例では接着層 41 は発光素子 10 の表面まで回り込んでいる。これにより放熱効率が向上することはもとより、この発明の接着層 41 は絶縁性を有するので、発光素子 10 の表面におけるリーク電流の発生を未然に防止できる。

【0032】

図 7 の例では発光素子としてフリップチップタイプのものを用いた。フリップチップタイプの発光素子 50 は、図 2 に示すフェイスアップタイプのものにおいて、透光性電極 16 とパット形の p 電極 17 の代わりに p 型層の表面を被覆する厚膜の p 電極を積層した構成である。発光素子 50 はバンプ 51、52 を介してサブマウント 55 に固定され、サブマウント 55 がカップ部 32 に接着される。

【0033】

この実施例では、接着層前駆材料を発光素子50とサブマウント55との空間部に充填する。ここに、接着層前駆材料は流動性が高いので当該空間部を隙間なく埋めることができる。この接着層前駆材料を硬化すると熱伝導性に優れた無機材料からなる接着層59となる。これにより、放熱性が向上し、電極面でのリーク電流の発生を防止できることはもとより、バンプ51、52による接着力を補強する効果も生じることとなる。

【0034】

(第2実施例)

この実施例は、図4、5、6及び7に示す発光デバイスにおいて、その接着層39、40、41及び59の無機材料粒子として蛍光体粒子を用いたものである。

より具体的には、接着層前駆材料を次のようにして調製する。

まず、200mlビーカーに γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン70.71gと水32.32gとイソプロピルセロソルブ54.97gを取り室温で1時間攪拌して、無機系被膜形成液を得る。

この無機系被膜形成液にYAG系蛍光体粒子（平均粒子径 $3\mu\text{m}$ ）61.0gをボールミルポットに入れて3時間ボールミルにより分散させ蛍光層前駆材料とする。

この接着層前駆材料を発光素子とカップ部との間に介在させ、400℃で10分焼成したとき、無機系被膜形成液が硬化して薄い透光性無機系連結層となり蛍光体粒子を被覆する。これにより蛍光体粒子が相互に連結固定されるとともに、無機系被膜形成液により発光素子がカップ部へ接着される。

【0035】

(第3実施例)

図8に他の実施例の光学デバイスを示す。なお、第1実施例（図4参照）と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

この実施例の光学デバイスは光軸方向に開口した蛍光体枠61を有し、発光素子は蛍光体枠61内にマウントされている。この蛍光体枠61は実施例2の接着

層前駆材料をモールド成形して得たものである。蛍光体枠 61 の形状は発光デバイスの用途に応じて任意に設計できる。蛍光体枠 61 には充填材 63 が充填されている。この充填材 63 は、接着層材料に含まれる蛍光体粒子と同一の蛍光体粒子を透光性材料中に分散させたものである。実施例 2 で用いた接着層前駆材料を蛍光体枠 61 中に充填し、これを熱処理硬化して充填材 63 とすることができる。

【0036】

図 9 に示す例では、蛍光体枠 61 の下面に金属反射層 71 を設けた。これにより、発光素子 10 及び蛍光体枠 61 から下側へ放出された光が光軸方向へ反射され、発光デバイスにおける光取り出し効率が向上する。

図 10 に示す例では、金属反射層 73 が蛍光体枠 61 の全外側面に形成されている。これにより、発光素子 10 及び蛍光体枠 61 から下側へ放出された光はもとより、その側方へ放出された光も金属反射層 73 で反射される。従って、発光デバイスにおける光取り出し効率が更に向上する。

なお、図 9 及び図 10 において、前の実施例と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0037】

この発明は、上記発明の実施の形態及び実施例の説明に何ら限定されるものではない。特許請求の範囲の記載を逸脱せず、当業者が容易に想到できる範囲で種々の変形態様もこの発明に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明の接着層の構造を模式的に示す図である。

【図 2】

この発明の実施例で用いる発光素子の構成を示す断面図である。

【図 3】

この発明の実施例の発光デバイスの構成を示す断面図である。

【図 4】

この実施例の接着層の態様を示す図 3 の要部拡大図である。

【図 5】

他の実施例の接着層の態様を示す図である。

【図 6】

他の実施例の接着層の態様を示す図である。

【図 7】

他の実施例の接着層の態様を示す図である。

【図 8】

他の実施例の発光デバイスの構成を示す断面図である。

【図 9】

他の実施例の発光デバイスの構成を示す断面図である。

【図 1 0】

他の実施例の発光デバイスの構成を示す断面図である。

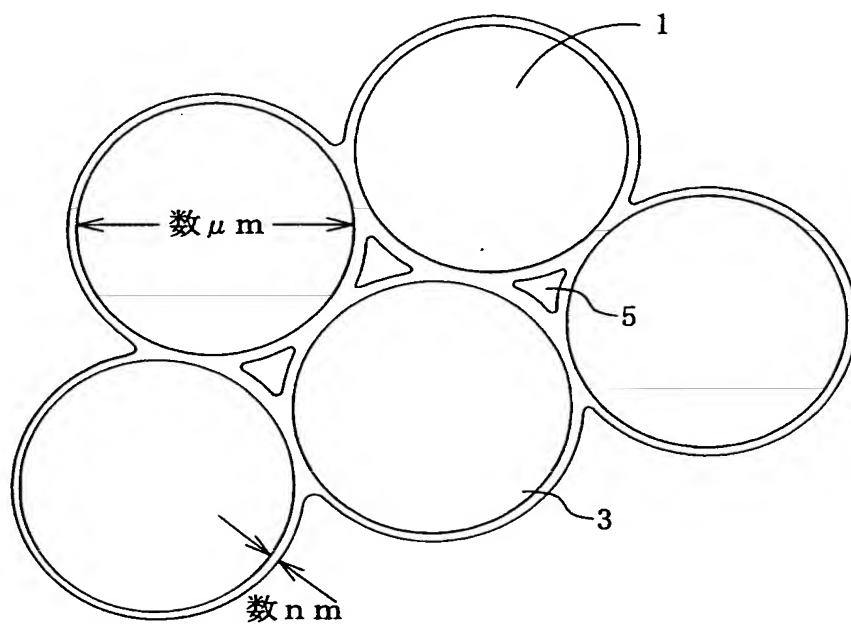
【符号の説明】

- 1 無機材料粒子
- 3 透光性無機系連結層
- 5 空間
- 1 0 発光素子
- 2 0 発光デバイス
- 3 9、4 0、4 1、5 9 接着層

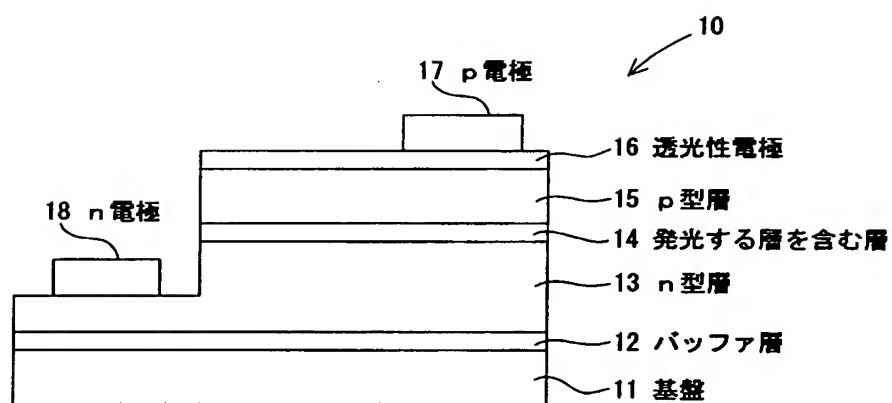
【書類名】

図面

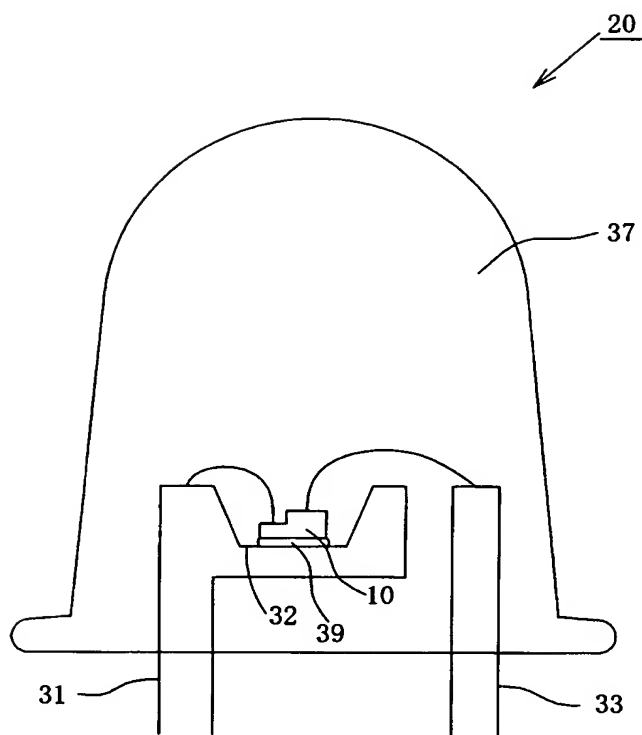
【図 1】



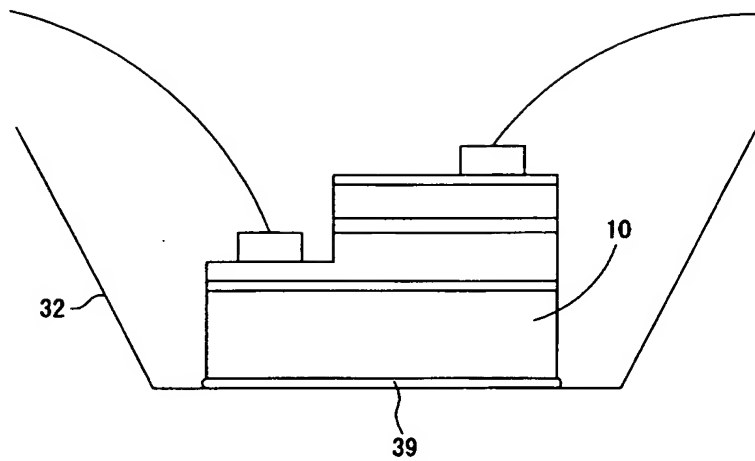
【図 2】



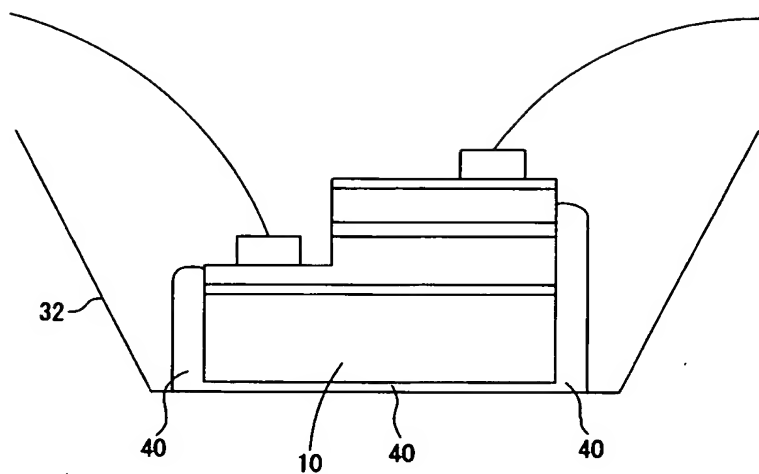
【図 3】



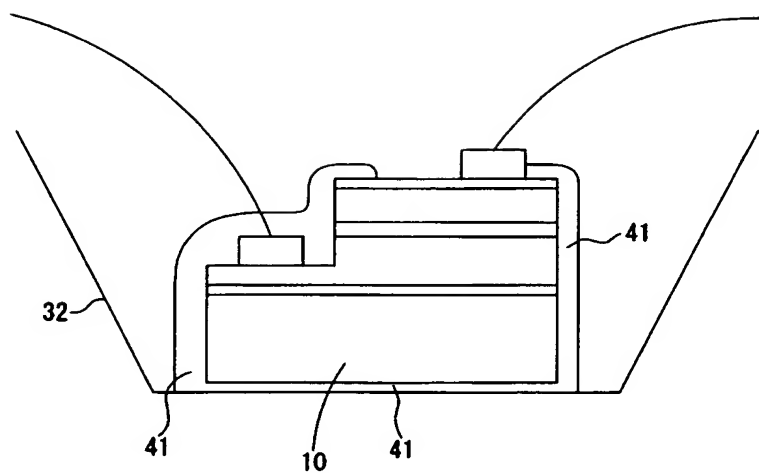
【図 4】



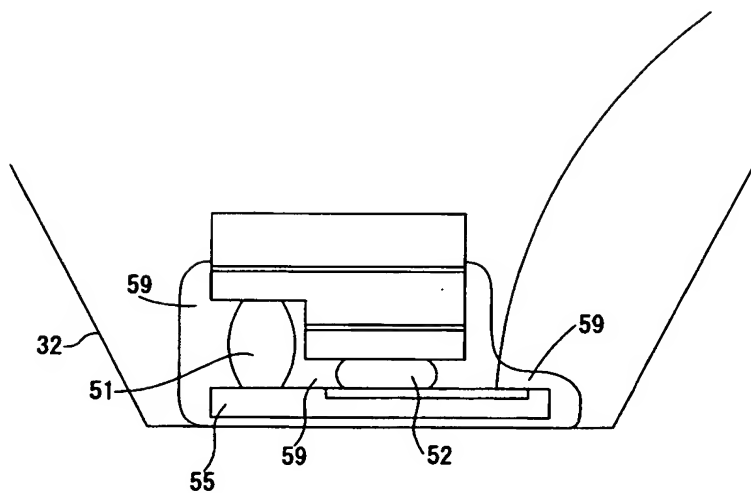
【図 5】



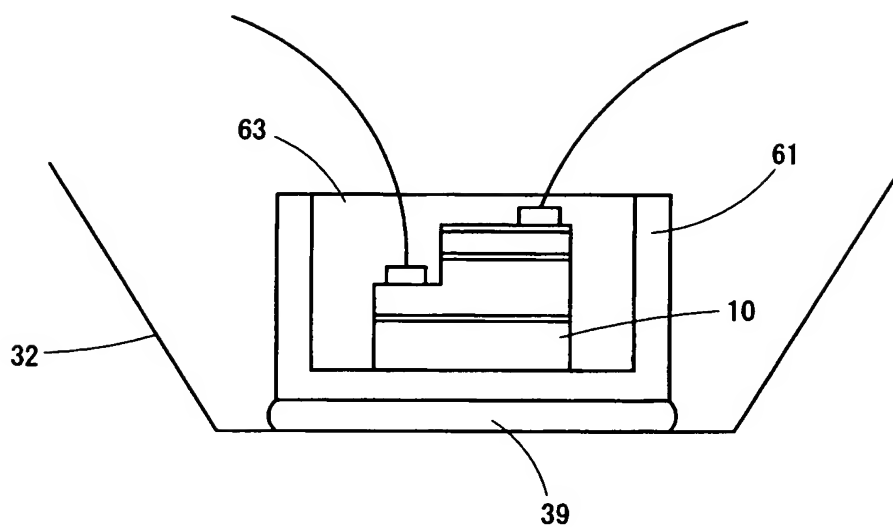
【図 6】



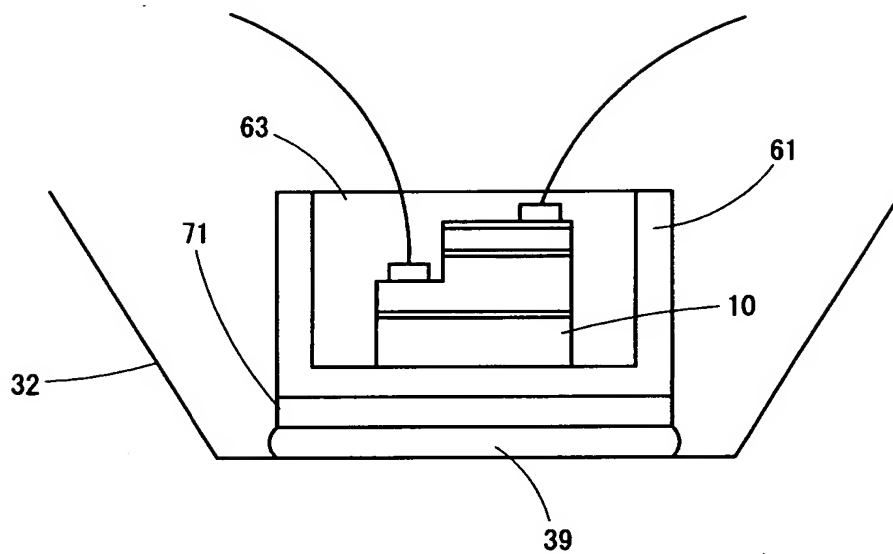
【図 7】



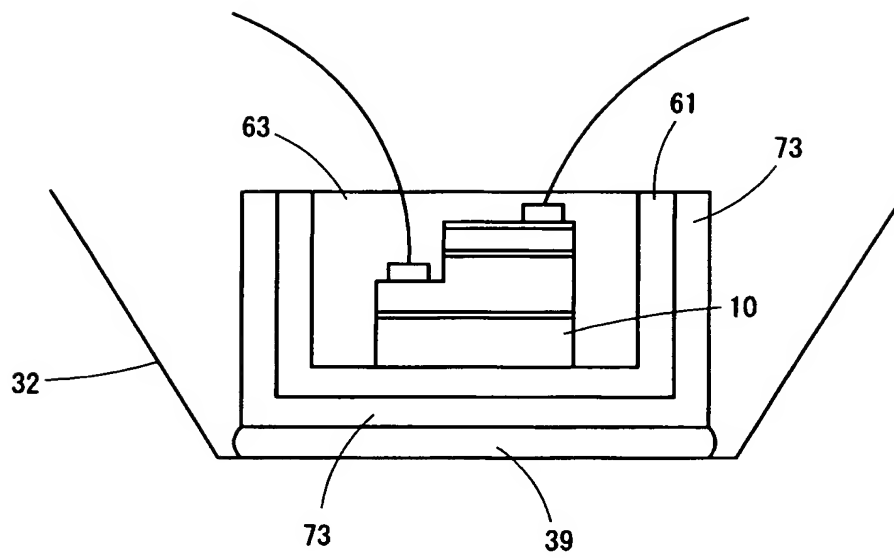
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 発光素子とマウント部材とをつなぐ接着層の性能を向上させる。

【構成】 接着層を無機材料粒子と透光性無機系連結層とから構成し、該無機材料粒子が実質的に連続するように充填する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-197797
受付番号	50301179454
書類名	特許願
担当官	植田 晴穂 6992
作成日	平成15年 7月22日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 7月16日

【特許出願人】

【識別番号】 000241463

【住所又は居所】 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地

【氏名又は名称】 豊田合成株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000150774

【住所又は居所】 愛知県名古屋市中区上前津2丁目9番29号

【氏名又は名称】 株式会社榎屋

【代理人】

申請人

【識別番号】 100095577

【住所又は居所】 愛知県名古屋市中区丸の内二丁目17番12号
丸の内エステートビル7階 小西・中村特許事務所

【氏名又は名称】 小西 富雅

【選任した代理人】

【識別番号】 100100424

【住所又は居所】 愛知県名古屋市中区丸の内二丁目17番12号
丸の内エステートビル7階 小西・中村特許事務所

【氏名又は名称】 中村 知公

【選任した代理人】

【識別番号】 100114362

【住所又は居所】 愛知県名古屋市中区丸の内二丁目17番12号
丸の内エステートビル7階 小西・中村特許事務所

【氏名又は名称】 萩野 幹治

特願 2003-197797

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000241463]

1. 変更年月日

1990年 8月 9日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地

氏 名

豊田合成株式会社

特願 2003-197797

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[000150774]

1. 変更年月日

1990年 8月 9日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県名古屋市中区上前津2丁目9番29号

氏 名

株式会社槌屋